

设施西瓜不同品种泌蜜量和花粉萌发特性的研究

李文海, 黄 远, 赵 露, 冯少桦, 别之龙

(园艺植物生物学教育部重点实验室, 华中农业大学 园艺林学学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要:以 18 个设施栽培的西瓜品种为试材, 对影响蜜蜂授粉效果的雌花花蜜分泌量、泌蜜规律、雌花花冠直径、雄花花粉量、离体花粉萌发率和花粉管长度进行了研究。结果表明: 不同西瓜品种在花蜜含量、花冠直径、花粉数量、15℃ 条件下的花粉萌发率、花粉管长度上差异显著, 而在 25℃ 下花粉萌发率上无显著差异; 在雌花开花当天 7:00~17:00 内, 花蜜量随时间推移, 其分泌速率受温度影响, 表现出双 S 曲线变化趋势; 比较不同品种在泌蜜量、花粉量、花粉萌发率、花粉管长度等性状方面的表现, “早佳(8424)”、“京欣一号”、“京欣三号”、“小玉五号”、“小玉八号”西瓜综合表现较好, 可以考虑作为西瓜蜜蜂授粉的重要品种。

关键词:西瓜; 蜜蜂授粉; 花蜜; 花粉; 萌发率

中图分类号:S 651 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)03-0019-04

设施栽培是我国西瓜主产区的重要栽培模式, 目前主要采用人工授粉和植物生长调节剂进行坐果。蜜蜂授粉作为一项新型简约化栽培技术, 具有提高果实品质, 减轻劳动强度等优点^[1], 在西瓜设施栽培中应用前景广阔。蜜蜂授粉是一个生物互作的过程, 授粉的最终效果受到泌蜜量、花粉量等植物学特性的影响^[2], 西瓜是雌雄异花作物, 目前对西瓜花蜜分泌量和花粉量的研究尚鲜见报导。设施内小气候环境与露地存在着很大的差异, 前人在露地西瓜上所使用的蜜蜂授粉技术在设施中使用存在一定局限性, 因此筛选适合设施条件下进行蜜蜂授粉的西瓜品种, 对设施条件下成功应用蜜蜂授粉技术显得尤为重要^[3]。现通过对不同西瓜品种的花粉、花蜜特性及设施环境与泌蜜规律关系等进行研究, 旨在为设施西瓜蜜蜂授粉品种的筛选及配套技术的建立及更好促进蜜蜂授粉技术的应用推广提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试西瓜品种、类型及来源详见表 1。

第一作者简介:李文海(1988-), 男, 安徽蚌埠人, 硕士研究生, 研究方向为西甜瓜蜜蜂授粉。E-mail: mzwmlwenhai@126.com.

责任作者:别之龙(1970-), 男, 湖北松滋人, 博士, 教授, 博士生导师, 岗位科学家, 研究方向为设施蔬菜和西甜瓜生长发育调控研究。E-mail: biezl@mail. hzau. edu. cn.

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(201203080); 国家西甜瓜产业技术体系资助项目(CARS-26-16)。

收稿日期:2013-10-23

1.2 试验方法

试验于 2012 年 8~11 月进行, 于苗龄 3 叶 1 心时定植于国家蔬菜改良中心华中分中心塑料大棚内, 随机区组排列, 每个品种小区面积 5 m², 3 次重复, 每重复 12 株, 吊蔓栽培。盛花期每天下午 4:00 选取次日将开放的雌花、雄花各 20 朵, 标记并套纱网, 供次日早晨 8:00 取样。

表 1 西瓜品种、类型及来源

品种 Cultivar	类型 Type	来源 Source
“早佳(8424)”“Zaojia(8424)”	红瓤中果型	新疆农业科学院哈密瓜研究中心
“黄皮京欣一号” “Huangpijingxin No. 1”	红瓤中果型	国家蔬菜工程技术研究中心
“京欣一号”“Jingxin No. 1”	红瓤中果型	国家蔬菜工程技术研究中心
“京欣三号”“Jingxin No. 3”	红瓤中果型	国家蔬菜工程技术研究中心
“黑媚娘”“Heimeiniang”	红瓤中果型	湖南雪峰种业有限责任公司
“京颖”“Jingying”	红瓤小果型	国家蔬菜工程技术研究中心
“金福”“JinFu”	红瓤小果型	湖南雪峰种业有限责任公司
“红小玉”“Hongxiaoyu”	红瓤小果型	湖南雪峰种业有限责任公司
“小玉五号”“Xiaoyu No. 5”	红瓤小果型	湖南雪峰种业有限责任公司
“小玉九号”“Xiaoyu No. 9”	红瓤小果型	湖南雪峰种业有限责任公司
“拿比特”“Nabite”	红瓤小果型	杭州三雄种苗有限责任公司
“早春红玉”“Zaochunhongyu”	红瓤小果型	上海惠和种业有限责任公司
“京闽”“Jinglan”	黄瓤小果型	国家蔬菜工程技术研究中心
“黄小玉”“Huangxiaoyu”	黄瓤小果型	湖南雪峰种业有限责任公司
“小玉七号”“Xiaoyu No. 7”	黄瓤小果型	湖南雪峰种业有限责任公司
“小玉八号”“Xiaoyu No. 8”	黄瓤小果型	湖南雪峰种业有限责任公司
“雪峰橙玉”“Xuefengchengyu”	黄瓤小果型	湖南雪峰种业有限责任公司
“新金兰”“Xinjinlan”	黄瓤小果型	台湾农友种苗股份有限公司

1.3 项目测定

泌蜜量的测定: 参照陈银^[4]的方法, 并略作修改。盛花期每天采集不同西瓜品种雌花 12 朵, 用 25 μL 微量

进样器将花盘底部花蜜吸出,放入标记好的离心管中,花蜜采集完成后用万分之一电子天平称其重量,求出泌蜜量,连续 6 d。设施环境与泌蜜规律试验采用“早佳(8424)”品种,每天 7:00~17:00,每个正点时刻采集 12 朵雌花进行测定。

棚内温度测定:将温室环境参数自动监测记录仪器“温室娃娃”(国家农业信息化工程技术研究中心研制)放于设施内,每隔 1 h 记录 1 次环境参数。

花冠直径的测定:用电子游标卡尺测量泌蜜量试验中所采集的雌花的花冠直径。

花粉量的测定:参照魏国芹等^[5]的方法,并适当修改。取蕾黄期的 3 朵花蕾,放入 10 mL 离心管中,在 30℃ 下恒温干燥 3 h。待花粉充分散出后,向试管中加入 20% 六偏磷酸钠溶液 5 mL,在漩涡震荡仪中震荡成悬浮液。吸取 1 滴悬浮液于血球计数板上,在 CX41 显微镜(OLYMPUS)40 倍镜下观察统计 400 个小方格内的花粉粒数,重复 6 次取平均值。每枚花药的花粉数量 = (400 个小方格内总花粉数 × 10 000 × 5) / (3 × 4)。

离体花粉不同温度萌发率的测定:参照辛建华等^[6]的方法,并略作修改。向双凹型载玻片加入 3~4 滴培养基(蔗糖 10% + 硼酸 0.01%),将花粉播于培养基上,用牙签将花粉搅匀,将载玻片放入培养皿后分别放置于 15、25、35℃ 的光照培养箱中培养,2 h 后使用 OLYMPUS CX41 显微镜在 40 倍镜下观察,每载玻片选取 6 个视野,统计花粉萌发率。花粉萌发率的判断标准是当花粉管长度等于或超过粒径时即花粉萌发^[7]。

花粉管长度的测定:参照张绍铃等^[8]的方法,并略作修改。在 25℃ 下,将花粉离体培养 120 min 后在 OLYMPUS CX41 显微镜 40 倍镜下观察拍照,选取 6 个视野,采用 MSHOT MD-30S0 数码成像软件测量长度。

1.4 数据分析

数据处理采用 SAS 9.1 软件,显著性检验采用邓肯氏新复极差法($P < 0.05$)并采用 Excel 2007 作图。

2 结果与分析

2.1 不同时间点气温及西瓜泌蜜量的变化

由图 1 可知,塑料大棚内气温从 7:00 开始不断升高,至 14:00 达到最高温度,随后不断下降。西瓜泌蜜量随时间变化而增加,7:00 泌蜜量最低,在 17:00 泌蜜量达最大;泌蜜速率在 7:00~17:00 内经历了 2 个由慢-快-慢的变化过程,其中 8:00~9:00 泌蜜速率最快,其次是 15:00~16:00,而 7:00~8:00、9:00~15:00、16:00~17:00 时段泌蜜速率较慢。在 7:00~14:00 泌蜜量随温度的升高不断增加,14:00~17:00 泌蜜量随温度的降低反而增加。

2.2 西瓜不同品种花器官生理、形态特征比较

2.2.1 雌花泌蜜量比较 由表 2 可知,不同的西瓜品种雌花泌蜜量有显著差异。“京欣三号”的泌蜜量最大,显著高于其它品种;“小玉九号”、“红小玉”、“拿比特”的泌蜜量较低,显著低于“小玉七号”、“小玉八号”、“雪峰橙玉”、“京阑”、“小玉五号”、“京欣三号”、“京欣一号”、“黄皮京欣一号”等品种;“早佳(8424)”、“黄小玉”、“京颖”、“新金兰”、“黑媚娘”的泌蜜量明显除低于“京欣三号”外,与其它品种间无显著差异。

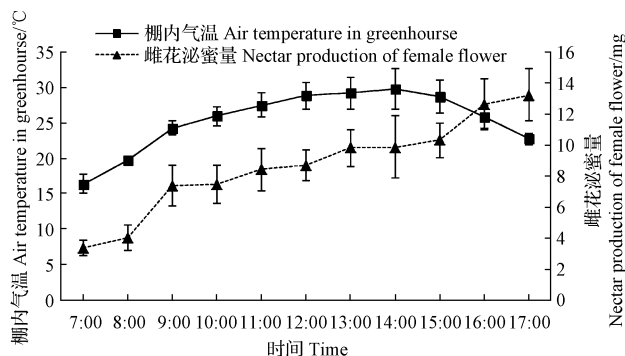


图 1 不同时间点下塑料棚内气温和雌花泌蜜量的变化

Fig. 1 Changes of air temperature and nectar secretion amount of female flowers in the different time points under plastic greenhouse

2.2.2 雌花花冠直径比较 由表 2 可知,不同的西瓜品种雌花花冠直径有明显差异。“黄小玉”的花冠直径最大,除与“早佳(8424)”、“小玉七号”、“黑妹娘”、“京欣一号”、“京欣三号”之间没有显著差异外,明显高于其它品种。

2.2.3 雄花花粉量 由表 2 可知,不同西瓜品种的雄花花粉量之间有明显差异。“金福”花粉量最多,显著高于“黄小玉”、“京颖”、“小玉九号”、“雪峰橙玉”、“京阑”、“早春红玉”、“红小玉”、“新金兰”、“拿比特”、“黄皮京欣一号”,与其它品种之间无显著差异;“早佳(8424)”、“小玉八号”、“京欣一号”、“京欣三号”与所有应试品种均无显著差异。

2.2.4 花粉管长度比较 由表 2 可知,不同的西瓜品种的花粉管长度有明显差异。在培养 120 min 后“京欣一号”花粉管最长达到了 443 μm,其次是“黄小玉”,花粉管长度达到了 441 μm,二者均显著长于“京阑”、“新金兰”、“金福”、“红小玉”、“黑媚娘”、“小玉七号”等品种。

2.3 不同培养温度对离体花粉萌发率的影响

图 2 显示,18 个西瓜品种在 25℃ 条件下的花粉萌发率均显著高于 15℃ 下的萌发率。25℃ 条件下培养,不同品种萌发率均高于 80%,没有显著差异;低温 15℃ 培养,不同品种萌发率均低于 40%,但品种之间萌发率表现出了显著差异,“小玉九号”萌发率明显高于“小玉七号”、“黄皮京欣一号”,与其它各品种间差异不显著。

表 2 不同西瓜品种花器官生理、形态特征比较

Table 2 Comparing in physiological and morphological characteristics of flower organs in different watermelon cultivars

品种 Cultivars	雌花泌蜜量	雌花花冠直径	雄花花粉量	花粉管长度
	Nectar production of female flower/mg·朵 ⁻¹	Corolla diameter of female flower/mm	Pollen number of male flower /×1 000 粒·朵 ⁻¹	Pollen tube length /μm
“早佳”(8424)“Zaojia(8424)”	6.08±0.76bcd	42.16±0.77ab	29.86±4.74abcd	378±15.31abc
“黄皮京欣一号”“Huangpijingxin No.1”	10.46±2.82b	34.53±0.33hg	15.97±4.22d	352±26.63abc
“京欣一号”“Jingxin No.1”	8.48±0.74bc	42.31±0.39ab	28.47±5.21abcd	443±20.28a
“京欣三号”“Jingxin No.3”	16.51±1.75a	41.59±0.49ab	31.25±5.46abcd	423±14.44ab
“黑媚娘”“Heimeiniang”	6.85±1.99bcd	40.45±1.39abc	40.97±4.22ab	320±56.19c
“京颖”“Jingying”	6.69±2.44bcd	38.08±1.28cde	22.22±2.78dc	393±14.84abc
“金福”“Jinfu”	4.10±1.75cd	36.52±0.59efg	43.75±5.77a	314±8.84c
“红小玉”“Hongxiaoyu”	2.86±0.58d	36.30±0.44efg	17.36±4.22d	331±40.80bc
“小玉五号”“Xiaoyu No.5”	4.28±1.22bc	37.10±1.63def	36.11±3.51abc	389±57.32abc
“小玉九号”“Xiaoyu No.9”	2.77±0.51d	33.72±0.86hg	19.44±5.45d	363±21.87abc
“拿比特”“Nabite”	2.88±0.16d	39.80±0.87bcd	15.97±2.5d	392±4.18abc
“早春红玉”“Zaochunhongyu”	3.27±0.14cd	35.57±1.14efg	27.78±5.12bcd	352±28.60abc
“京闾”“Jinglan”	4.17±0.92bc	32.69±0.9hg	18.75±4.27d	335±35.27bc
“黄小玉”“Huangxiaoyu”	6.63±2.35bcd	43.30±1.11a	15.97±1.99d	441±16.97a
“小玉七号”“Xiaoyu No.7”	5.12±2.33bc	40.69±1.17abc	35.42±2.34abc	329±39.89bc
“小玉八号”“Xiaoyu No.8”	4.35±0.16bc	36.95±0.48def	28.47±4.74abcd	368±13.87abc
“雪峰橙玉”“Xuefengchengyu”	4.49±1.26bc	30.08±0.48i	19.44±6.15d	385±7.97abc
“新金兰”“Xinjinlan”	6.49±1.04bcd	39.42±0.72bcd	25.69±8.43bcd	301±13.86c

注:表中同列数据的不同小写字母表示 0.05 水平差异显著,下同。
Note: Different small letters in the same column data mean significant difference at 0.05 level, the same below.

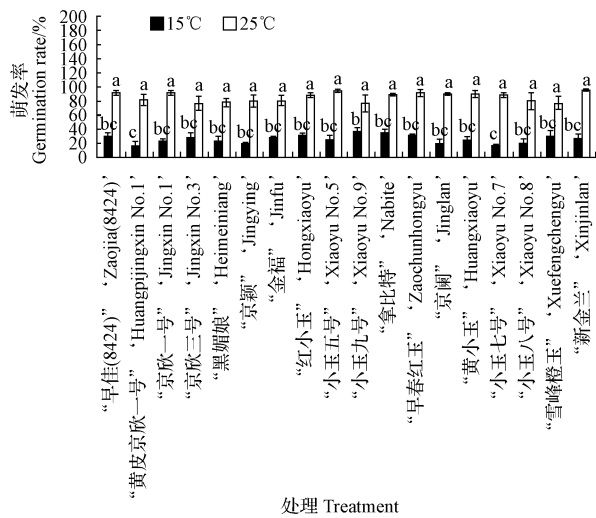


图 2 不同培养温度对离体花粉萌发率的影响
Fig. 2 Effect of different temperatures on pollen germination rate *in vitro*

3 讨论与结论

花蜜作为植物对传粉者的回报,其含量明显受环境的影响^[9]。从不同时段花蜜的累积量可以看出西瓜花蜜分泌速率受到设施内温度变化的影响,且随时间变化而呈现双 S 曲线变化趋势,这与吴杰等^[10]、孙颖等^[11]在丝瓜、百子莲上的研究结果相似。该试验显示在上午 8:00~9:00 西瓜泌蜜速率开始迅速升高,此时设施内气温为 20~25℃,前人研究表明,该温度范围正是蜜蜂传粉效率最高的温度^[9,12],这印证了 Castellanos

等^[13]与 Thomson 等^[14]的观点,在漫长的协同进化过程中,有花植物为了适应昆虫传粉模式,通常会以最经济的方式完成授粉过程,即植物调节自身花蜜分泌速率,使其与访花昆虫活动规律保持一定相关性,在昆虫大量活动时迅速提高花蜜分泌速率,增加泌蜜量,以致在短时间内吸引大量昆虫访花,为其完成授粉。选择上午 8:00 测量泌蜜量能充分评估泌蜜量这一指标对授粉效果的影响。该试验结果表明上午 8:00,西瓜泌蜜量具有明显的品种特性,而 Corbet^[15]的研究表明泌蜜量的增加伴随着蜜蜂访花次数的增加,会使授粉更加充分,因此在选择蜜蜂授粉西瓜品种时,应充分考虑泌蜜量特性对授粉效果的影响,选择泌蜜量较多的品种。

该试验表明,不同西瓜品种花冠直径体现出基因型差异,18 个品种的花冠直径均在 30 mm 以上。在植物进化历程中,当蜜蜂成为植物花形态变异的一种重要的选择压力后,花朵大小便成为一种对各种因素趋利避害的妥协结果^[18],较大的花冠直径可以存储更多的花蜜,也使传粉蜜蜂可以将腹部完全落置在花部,容易吸取花蜜,从而吸引更多的蜜蜂访花,增加访花次数^[19],因此应选西瓜品种较大的花冠直径会使蜜蜂授粉更加充分。

该试验中不同西瓜品种的花粉量体现了品种间的生物学差异,其中以“金福”花粉含量最多,而 Walters^[16]的研究表明,花粉量大的品种在蜜蜂授粉后,柱头上花粉的数量更多,授粉更加充分,果实的种子数多,拥有较高的产量,因此在选择设施内蜜蜂授粉西瓜的品种时,应注意选择花粉量多的品种。花粉管长度是影响授粉

受精的重要因素^[7],更长的花粉管不仅可以使精子到达胎座的概率增加,也会增加植物的坐果率^[8]。该试验中不同品种花粉 25℃时萌发率显著高于 15℃培养时花粉萌发率,这与刘永庆^[17]所得到的 20~35℃适宜西瓜花粉萌发,25℃培养时花粉萌发率最高的结果相符。低温 15℃培养,不同花粉萌发率表现出明显差异,其中“小玉九号”萌发率最高。在设施栽培中,为避免低温天气对蜜蜂授粉效果的影响,应选择低温下花粉萌发率较高的西瓜品种种植。

设施西瓜蜜蜂授粉是蜜蜂与西瓜二者互作的过程,授粉最终效果受到植物本身特性的影响^[2]。在选择适宜的蜜蜂授粉设施西瓜品种时,要综合考虑泌蜜量、花冠大小、花粉量、花粉萌发率、花粉管长度等因素的影响,在该试验中,红瓢中果型西瓜中“早佳(8424)”、“京欣一号”、“京欣三号”的综合表现较好;在红瓢小果型西瓜中“小玉五号”表现较好;在黄瓢小果型西瓜中“小玉八号”表现较好,分别可以作为不同类型西瓜蜜蜂授粉的重要品种。

参考文献

- [1] 李文海,黄远,赵露,等.北京市和浙江省设施西瓜蜜蜂授粉现状调查[J].中国蜂业,2013(21):25-28.
- [2] 姜华,毕玉芬,周禾,等.蜜蜂访花与不同品种紫花苜蓿花部特征的相关性[J].昆虫学报,2004,47(5):618-623.
- [3] 张秀茹.蜂媒为大田西瓜授粉效果初探[J].蜜蜂杂志,2009(12):33-34.
- [4] 陈银.花毛茛不同品种花粉、花蜜分泌量的测定及传粉方式的研究[J].北方园艺,2009(2):202-203.
- [5] 魏国芹,孙玉刚,李芳东.西樱桃 7 个品种花粉数量及花粉萌芽率测定[J].华北农学报,2010,25(22):123-127.

- [6] 辛建华,傅振清.哈密瓜花粉离体萌发特性的研究[J].石河子大学学报(自然科学版),2004,22(6):471-473.
- [7] 王朝凤,杨途熙,魏安智,等.杏不同品种花粉量及花粉萌发特性的研究[J].北方园艺,2012(9):1-5.
- [8] 张绍铃,谢文暖,陈迪新,等.8 种果树花粉量及花粉萌发与生长的差异[J].上海农业学报,2003,19(3):67-69.
- [9] Corbet S A, Fussell M, Ake R, et al. Temperature and the pollinating activity of social bees [J]. Ecol Entomol, 1993, 18(1): 17-30.
- [10] 吴杰,黄家兴,安建东,等.温室丝瓜泌蜜规律的初步研究[J].北方园艺,2006(5):29-31.
- [11] 孙颖,卓丽环.百子莲的花蜜分泌节律及传粉效率影响因素的研究[J].上海农业学报,2009,25(2):36-40.
- [12] Moore D, Siegfried D, Wilson R, et al. The influence of time of day on the foraging behavior of the honeybee (*Apis mellifera* L.) [J]. J Biol Rhythm, 1989, 4(3): 305-325.
- [13] Castellanos M C, Wilson P, Thomson J D. Dynamic nectar replenishment in flowers of *Penstemon* (Scrophulariaceae) [J]. Am J Bot, 2002, 89(1): 111-118.
- [14] Thomson J D, Plowright R. Pollen carryover, nectar rewards, and pollinator behavior with special reference to *Diervilla lonicera* [J]. Oecologia, 1980, 46(1): 68-74.
- [15] Corbet S A. Bee visits and the nectar of *Echium vulgare* L. and *Sinapis alba* L. [J]. Ecol Entomol, 1978, 3(1): 25-37.
- [16] Walters S A. Honey bee pollination requirements for triploid watermelon [J]. Hort Science, 2005, 40(5): 1268-1270.
- [17] 刘永庆.西瓜薄皮甜瓜花粉萌发研究[J].中国西瓜甜瓜, 1992(1): 23-26.
- [18] Brown K. Floral evolution: A compromise on floral traits [J]. Science, 2002, 298: 45-46.
- [19] Martin N H. Flower size preferences of the honeybee (*Apis mellifera*) foraging on *Mimulus guttatus* (Scrophulariaceae) [J]. Evolutionary Ecology Research, 2004(6): 777-782.

Study on the Nectar Content and Pollen Germination Characteristics of Different Watermelon Cultivars Under Protected Cultivation

LI Wen-hai, HUANG Yuan, ZHAO Lu, FENG Shao-hua, BIE Zhi-long

(Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education, College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070)

Abstract: Using 18 watermelon cultivars that are suitable for protected cultivation as materials, the parameters (the content of nectar, nectar secretion, corolla diameter, pollen amount, pollen germination rate and pollen tube length) related with honeybee pollination were investigated. The results showed that there were obvious differences among different cultivars in the nectar contents, corolla diameter, pollen numbers, pollen germination rate under 15℃ condition and pollen tube length, but there were no significant differences in the pollen germination rate under 25℃ condition. At the first day of flower, nectar contents increased with time between 7:00 and 17:00 and the nectar secretion was influenced by temperature, showing the double S curve change trend. Taken the nectar contents, corolla diameter, pollen numbers, pollen germination rate and pollen tube length among different watermelon cultivars together, ‘Zaojia(8424)’, ‘Jingxin No. 1’, ‘Jingxin No. 3’, ‘Xiaoyu No. 5’ and ‘Xiaoyu No. 8’ performed better, and could be considered as the important cultivars for honeybee pollination.

Key words: watermelon; honeybee pollination; nectar; pollen; germination rate